

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 10 日 (10.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/048889 A1

(51) 国際特許分類: G01B 11/16  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/012353  
(22) 国際出願日: 2002 年 11 月 27 日 (27.11.2002)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(71) 出願人 および  
(72) 発明者: 岸田 欣増 (KISHIDA, Kinzo) [JP/JP]; 〒661-0002 兵庫県 尼崎市 塚口町 6-3-7-103 Hyogo (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊東 一良

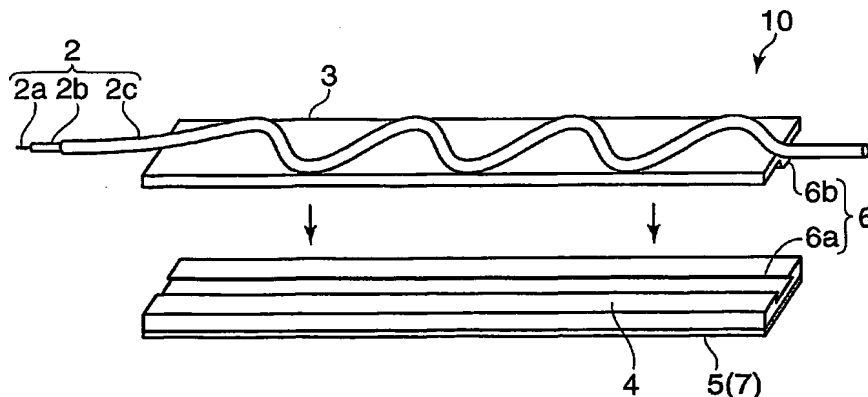
(ITOH, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒666-0035 兵庫県 川西市 花屋敷 1-27-16 Hyogo (JP). 中野 元博 (NAKANO, Motohiro) [JP/JP]; 〒577-0824 大阪府 東大阪市 大蓮東 2-4-6 Osaka (JP). 松本 正行 (MATSUMOTO, Masayuki) [JP/JP]; 〒573-0047 大阪府 枚方市 山之上 5-47-8 Osaka (JP). 戸田 裕之 (TODA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒593-8305 大阪府 堺市 堀上緑町 1-9-13 Osaka (JP). 王 勇 (WANG, Yong) [CN/JP]; 〒598-0093 大阪府 泉南郡 田尻町 りんくうポート北 5-17 Osaka (JP). 山内 良昭 (YAMAUCHI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒567-0862 大阪府 茨木市 美沢町 8-C-309 Osaka (JP).

(74) 代理人: 小谷 悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒530-0005 大阪府 大阪市 北区中之島 2 丁目 2 番 2 号 ニチメンビル 2 階 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL FIBER MEASURING MODULE

(54) 発明の名称: 光ファイバー計測モジュール



(57) Abstract: An optical fiber measuring module comprising an optical fiber core wire (2) having an optical fiber core (2a), a clad (2b) and a coating layer (2c), a basic material (3) for holding the optical fiber core wire (2), and a combining member (4) for fixing the basic material (3) to a structure (1).

(57) 要約:

光ファイバコア 2 a とクラッド 2 b と被覆層 2 c とを有する光ファイバー芯線 2 と、この光ファイバー芯線 2 を保持する基材 3 と、この基材 3 を構造物 1 に取り付けるための取り付け部材 4 とを備えた。



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 光ファイバー計測モジュール

#### 技術分野

本発明は、橋、トンネル、建物等の構造物に敷設され、構造物の歪や温度などの物理量を計測するための光ファイバー計測モジュールに関するものである。

#### 背景技術

近年、光ファイバの特性を利用して、橋、トンネル、建物等の構造物の歪や温度などの物理量を計測する光ファイバー計測モジュールが種々開発されている。

この光ファイバー計測モジュールは、一般に光ファイバコアとクラッドと被覆層とを有し、光ファイバコアにレーザー光などの不連続ポンプ光を入射してブリルアン散乱やラマン散乱など光ファイバコアの歪や温度などに由来する散乱光を発生させるとともに、散乱光を検出して光ファイバコアの歪や温度などの物理量を計測するものである。そして、この光ファイバー計測モジュールは、散乱光を検出するサンプリングのタイミングを制御することによって、光ファイバコアの長手方向の任意の位置における物理量を計測することが可能であることから、構造物の任意の位置の歪や温度などを遠隔的に計測することに応用され、種々の技術が開発されている。

例えば、特開平 9-14927 号公報には、金属管とその内周面に接してスパイラル状に形成された光ファイバーとからなる光ファイバーセンサーおよびそれを用いた構造物の歪測定方法の技術が開示されている。

また、特開 2002-131025 号公報には、一本または複数の光ファイバーケーブルを接着剤が浸透可能なシート状物間にはさみ込んで固定するとともに、こ

のシートを接着剤を用いてコンクリート構造物の表面に接着することにより、コンクリート構造物の歪を測定してコンクリート構造物損傷の進行を確認する面状歪センサーの技術が開示されている。

しかしながら、上述の光ファイバー計測モジュールの技術では、光ファイバーのネットが一旦切断した場合の再構築が容易ではなく、また、取り付けたり取り外したりする際に、繊細な取り扱いを要する光ファイバコアに損傷を与えやすいという不具合があった。

例えば、特開平 9-14927 号公報に開示された技術の場合は、光ファイバーを備えた金属管を構造物に合わせて取り付けことは容易でなく、金属管に曲げなどの加工を施すことは光ファイバコアに損傷を与えることにつながる。

また、特開 2002-131025 号公報に開示された技術の場合も、シート状の光ファイバー計測モジュールを接着剤を用いてコンクリート構造物の表面に接着するので、取り付けたり取り外したりすることが容易でないだけでなく、シートの接着をはがす際に、光ファイバーケーブルに過度の負荷が働き、光ファイバコアに損傷を与えやすいという不具合がある。

本発明は上記不具合に鑑みてなされたものであり、構造物に対する取り付け取り外しが容易であり、また取り付け取り外しに際して、繊細な取り扱いを要する光ファイバコアを破損することがない光ファイバー計測モジュールを提供することを課題としている。

## 発明の開示

上記課題を解決するための本発明は、構造物に敷設され、構造物の歪もしくは温度の少なくとも一方の物理量を計測するための光ファイバー計測モジュールであって、光ファイバコアとクラッドと被覆層とを有する光ファイバー芯線と、この光ファイバー芯線を保持する基材と、この基材を構造物に取り付けるための取り付け部

材とを備えたことを特徴とする光ファイバー計測モジュールである（請求項1）。

本発明によれば、光ファイバー芯線を保持する基材を備えているので、光ファイバー計測モジュールの取り扱いに際しては基材を取り扱えばよく、細心の注意を要する光ファイバー芯線を直接取り扱う必要がない。また、基材を構造物に取り付けるための取り付け部材を備えているので、光ファイバー芯線に影響を与えないようにして容易に光ファイバー計測モジュールを構造物に取り付けることができる。

また、本発明の好ましい態様は、上記取り付け部材と構造物との間に設けられ取り付け部材を構造物に取り付けるための取り付け手段と、上記基材と取り付け部材との間に設けられ基材を取り合い部材に係止するための係止手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項2）。

この好ましい態様によれば、取り付け部材と構造物との間に取り付け部材を構造物に取り付けるための取り付け手段が設けられているので、その都度構造物と取り付け部材とを加工することなく容易に取り付け部材を構造物に取り付けることができる。また、基材と取り付け部材との間に基材を取り合い部材に係止するための係止手段が設けられているので、構造物に取り合い部材を取り付けた状態で、基材を順次取り付け部材に係止することにより、容易に光ファイバー計測モジュールを構造物に取り付けることができる。

そして、上記取り付け手段は、取り付け部材に設けられ取り付け部材と構造物とを接合する接着剤もしくは溶接剤からなる接合層を有することが好ましい。（請求項3）。

この好ましい態様によれば、取り付け部材に設けられ取り付け部材と構造物とを接合する接着剤もしくは溶接剤からなる接合層を有する取り付け手段により構造物に取り合い部材を取り付けるので、光ファイバー芯線に損傷を与えることなく取り付け部材を構造物に取り付けることができる。

また、上記取り付け手段は、構造物に設けられ開口部が底部よりも幅が狭くなっ

た有底の係止溝に、取り付け部材に設けられ係止溝に係合する係合突起を、弾性部材からなる弾性シートを介して押し込むことにより、構造物に取り合い部材を取り付けるものであることが好ましい（請求項4）。

この好ましい態様によれば、開口部が底部よりも幅が狭くなった有底の係止溝に、取り付け部材に設けられた係合突起を、弾性シートを介して押し込むという取り付け手段により構造物に取り合い部材を取り付けるので、光ファイバー芯線に損傷を与えることなく取り付け部材を構造物に取り付けることができる。

また、上記係止手段は、取り付け部材に設けられた係止部に、基材に設けられ取り付け部材の係止部に係合する係合部を係止させることにより、基材を取り合い部材に係止するものであることが好ましい（請求項5）。

この好ましい態様によれば、取り付け部材に設けられた係止部に、基材に設けられた係合部を係止させるという係止手段により、基材を取り合い部材に係止するので、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで基材を取り合い部材に取り付けることができる。

また、上記係止手段は、取り付け部材に設けられた係止部のピッチと、基材に設けられた係合部のピッチとを異なる間隔にして、取り付け部材に係止された基材に伸びまたは縮みに係る歪を与えることにより、計測値の零点を補正するための光ファイバー芯線の初期歪を設定することが好ましい。（請求項6）。

この好ましい態様によれば、取り付け部材に設けられた係止部のピッチと、基材に設けられた係合部のピッチとを異なる間隔にして、取り付け部材に係止された基材に伸びまたは縮みに係る歪を与えることができるので、計測値の零点を補正するための光ファイバー芯線の初期歪を設定することができる結果、光ファイバー計測モジュールの空間位置を表示することができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、上記光ファイバー芯線を2本もしくは3本互いに所定の間隔を隔てて保持することにより、相互の光ファイバー

芯線の歪の計測値および計測値の増減のパターンから光ファイバー計測モジュールが敷設される構造物の伸び、曲げ、部分的側圧の少なくとも一の状態量を計測することを可能にするものであることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項7）。

この好ましい態様によれば、基材が光ファイバー芯線を2本もしくは3本互いに所定の間隔を隔てて保持することにより、相互の光ファイバー芯線の歪の計測値および計測値の増減のパターンから光ファイバー計測モジュールが敷設される構造物の伸び、曲げ、部分的側圧の少なくとも一の状態量を計測することが可能になるので、構造物の変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

また、本発明の好ましい態様は、上記基材は、帯状に形成され、この基材の長手方向に沿って互いに所定の間隔を隔てるように2本の上記光ファイバー芯線を保持するものであることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項8）。

この好ましい態様によれば、帯状に形成された基材の長手方向に沿って互いに所定の間隔を隔てるように2本の光ファイバー芯線が保持されているので、簡単な構造で構造物の平面的な変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、帯状の平板部と平板部の略中央に略垂直に立設される壁部とを備え、この平板部の長手方向に2本の上記光ファイバー芯線を互いに所定間隔を隔てるように保持するとともに、壁部の長手方向にもう1本の上記光ファイバー芯線を保持するものであることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項9）。

この好ましい態様によれば、帯状の平板部の長手方向に2本の上記光ファイバー

芯線が互いに所定間隔を隔てるように保持されるとともに、平板部の略中央に略垂直に立設される壁部の長手方向にもう 1 本の光ファイバー芯線が保持されているので、簡単な構造で構造物の立体的な変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、管状に形成され、この管状の基材の内壁の長手方向に 3 本の上記光ファイバー芯線を互いに所定間隔を隔てるように保持するものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 10）。

この好ましい態様によれば、管状の基材の内壁の長手方向に 3 本の上記光ファイバー芯線が互いに所定間隔を隔てるように保持されているので、簡単な構造で構造物の立体的な変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記光ファイバー芯線は、上記管状の基材の内壁に螺旋状に保持されることを特徴とする請求項 10 に記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 11）。

この好ましい態様によれば、光ファイバー芯線が管状の基材の内壁に螺旋状に保持されているので、基材の長手方向の変形に対して光ファイバー芯線の芯線方向に働く歪を比較的小さなものにすることができる結果、基材の変形に対して壊れ難い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、保持された光ファイバー芯線を避けるようにして、基材の可撓性を増加させるスリットが形成されていることにより、取り扱う際に光ファイバー芯線の許容歪を越えないようにして敷設することが可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 12）。

この好ましい態様によれば、保持された光ファイバー芯線を避けるようにして、



基材の可撓性を増加させるスリットが基材に形成されており、取り扱う際に光ファイバー芯線の許容歪を越えないようにして敷設することが可能であるので、ファイバーの光透過性を悪化させることがなく、有効性が高い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、保持された光ファイバー芯線 avoider ようにして、基材の可撓性を増加させるスリットが形成されていることにより、光ファイバー計測モジュールが敷設されている構造物の過大な変形に対しても光ファイバー芯線の変形が許容値を越えないようにすることが可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 1 3）。

この好ましい態様によれば、保持された光ファイバー芯線 avoider ようにして、基材の可撓性を増加させるスリットが基材に形成されており、光ファイバー計測モジュールが敷設されている構造物の過大な変形に対しても光ファイバー芯線の変形が許容値を越えないようにすることが可能であるので、大きな変形が予想される構造物に対しても適用できる汎用性の高い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記基材は、波状に光ファイバー芯線を保持するとともに、波の山から谷に移行する光ファイバー芯線の接線の延長線上に位置する基材の側端に基材を折り曲げるための切り込みが形成され、基材の折り曲げに際して、この切り込みと光ファイバー芯線に沿って曲げることにより、光ファイバー芯線の捻れのみ発生させて、光ファイバー芯線の曲げに係る許容歪を越えないようにすることが可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 3 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 1 4）。

この好ましい態様によれば、基材が波状に光ファイバー芯線を保持するとともに、波の山から谷に移行する光ファイバー芯線の接線の延長線上に位置する基材の側

端に基材を折り曲げるための切り込みが形成され、基材の折り曲げに際して、この切り込みと光ファイバー芯線に沿って曲げることにより、光ファイバー芯線の捻れのみ発生させて、光ファイバー芯線の曲げに係る許容歪を越えないようにすることが可能なものであるので、構造物の角部分に対しても適用できる汎用性の高い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、規格化された長さを有する上記基材と、この規格化された基材の両端に設けられた光ファイバー芯線の連結部とを備え、この光ファイバー芯線の連結部同士を互いに光学的に連結して、基材同士を順次接続することにより、異なる寸法の構造物に対して対応可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 1 5）。

この好ましい態様によれば、規格化された長さを有する基材と、基材の両端に設けられた光ファイバー芯線の連結部とを備え、この光ファイバー芯線の連結部同士を互いに光学的に連結して、基材同士を順次接続することにより、異なる寸法の構造物に対して対応可能であるので、より汎用性の高い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

また、本発明の別の好ましい態様は、光ファイバー芯線をリング状に形成した偏波リングを備え、この偏波リングにより、光ファイバー芯線内を伝播する信号光の偏光状態を校正することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 1 6）。

この好ましい態様によれば、光ファイバー芯線をリング状に形成した偏波リングにより、光ファイバー芯線内を伝播する信号光の偏光状態を校正することができるので、正確な計測が可能になる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記偏波リングの光ファイバー芯線を保持するリング基材と、このリング基材の周方向に歪を加えることが可能な載荷機構を

備え、この載荷機構でリング基材の周方向に歪を加えることにより、リング基材に保持される光ファイバー芯線に歪を加えて歪の校正をすることを可能にしたことを特徴とする請求項 16 に記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 17）。

この好ましい態様によれば、偏波リングの光ファイバー芯線を保持するリング基材の周方向に歪を加えることが可能な載荷機構でリング基材の周方向に歪を加えることにより、リング基材に保持される光ファイバー芯線に歪を加えて光ファイバー計測モジュールの歪の校正をすることが可能であるので、より正確な計測が可能になる。

また、本発明の別の好ましい態様は、上記載荷機構は、リング基材に設けられた不連続部と、不連続部に面したリング基材の両端部に当接する載荷部材と、載荷部材の略中心に設けられ載荷部材を回動可能に支持する載荷部材軸を備え、載荷部材軸の周りに載荷部材を回動させることによりリング基材の不連続部の間隔を変更してリング基材の歪を変更することを特徴とする請求項 17 に記載の光ファイバー計測モジュールである（請求項 18）。

この好ましい態様によれば、不連続部に面したリング基材の両端部に当接する載荷部材を載荷部材の略中心に設けられた載荷部材軸の周りに回動させることによりリング基材の不連続部の間隔を変更してリング基材の歪を変更するという簡単な構造で容易に光ファイバー計測モジュールの歪の校正をすることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構造物

への取り付けを示す斜視図である。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 4 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールにおける係止手段の変形例を示す断面図であり、(a) は、係止手段により基材を取り合い部材に取り付けた状態を示している。また、(b) は、基材を取り合い部材から取り外す途中の状態を示している。

図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す説明図であり、(a) は、第 3 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す平面図である。また、(b) は取り合い部材の側面図である。そして(c) は、基材を取り合い部材に取り付けた後の光ファイバー芯線に働く歪の大きさを示すグラフである。

図 6 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 7 は本発明の第 5 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す図であり、(a) は、光ファイバー計測モジュールの斜視図である。また、(b) は、光ファイバー計測モジュールの効果を示す説明図である。

図 8 は、本発明の第 6 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 9 は、本発明の第 7 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 10 は、本発明の第 8 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 11 は、本発明の第 8 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの作用を示す断面図である。

図 1 2 は、本発明の第 9 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 1 3 は、本発明の第 1 0 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 1 4 は、本発明の第 1 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの構成を示す斜視図である。

図 1 5 は、本発明の第 1 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールのユニットの構成を示す斜視図である。

図 1 6 は、本発明の第 1 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールの偏波リングの構成を示す斜視図である。

図 1 7 は、偏波リングの載荷機構の構成を示す側面図であり、(a) は、載荷部材による不連続部の間隔の変更がない状態を、また、(b) は、載荷部材により不連続部の間隔が変更された状態を示している。

図 1 8 は、基材の変形例であり、(a) は、基材の変形例の斜視図である。また、(b) は、基材の変形例の効果を示す光ファイバー芯線の歪のグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照しながら本発明の好ましい実施の一形態について詳述する。図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 1 0 の構成を示す斜視図であり、図 2 は本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 1 0 の構造物 1 への取り付けを示す斜視図である。

これらの図を参照して、図示の本発明の第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 1 0 は、光ファイバー芯線 2 を構造物 1 に敷設して、構造物 1 の歪もしくは温度の少なくとも一方の物理量を計測するためのものであって、細心の注意

を要する光ファイバー芯線 2 に影響を与えないようにして構造物 1 に取り付けることができるようにするために、光ファイバー芯線 2 を保持する基材 3 と、この基材 3 を構造物 1 に取り付けるための取り付け部材 4 とを備えている。

そして、その都度構造物 1 と取り付け部材 4 とを加工することなく取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができるようにするために、取り付け部材 4 と構造物 1 との間には、取り付け手段 5 が設けられ、取り付け部材 4 を構造物 1 に容易に取り付けることができる構成になっている。また、構造物 1 に取り付け部材 4 を取り付けた状態で、基材 3 を順次取り付け部材 4 に係止することにより、光ファイバー計測モジュール 10 を構造物 1 に取り付けることができるようにするために、基材 3 と取り付け部材 4 との間には、係止手段 6 が設けられ、基材 3 を取り付け部材 4 に容易に係止することができる構成になっている。

上記光ファイバー芯線 2 は、レーザー光などの不連続ポンプ光を入射してブリルアン散乱やラマン散乱など光ファイバー芯線 2 の歪や温度などに由来する散乱光を発生させるとともに、散乱光を検出して光ファイバー芯線 2 の歪や温度などの物理量を計測するものであり、光ファイバコア 2 a とクラッド 2 b と被覆層 2 c とを有している。

上記基材 3 は、光ファイバー芯線 2 を保持するためのものであり、金属製の薄板あるいは合成樹脂材の板材など、ある程度可撓性を有する板材から構成され、取り付け部材 4 を介して種々の形状の構造物 1 に取り付けることが可能なように構成されている。

上記取り付け部材 4 は、基材 3 を構造物 1 に取り付けるために設けられるものであり、やはり、金属製の薄板あるいは合成樹脂材の板材など、ある程度可撓性を有する板材から構成され、種々の形状の構造物 1 に取り付けることが可能なように構成されている。

上記取り付け手段 5 は、光ファイバー芯線 2 に損傷を与えることなく取り付け部

材 4 を構造物 1 に取り付けることができるようにするために、第 1 の実施の形態では、取り付け部材 4 に設けられ取り付け部材 4 と構造物 1 とを接合する接着剤もしくは溶接剤からなる接合層 7 を有するように構成されている。そのため、光ファイバー芯線 2 を考慮することなく取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができるようになっている。

上記係止手段 6 も、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで基材 3 を取り付け部材 4 に取り付けることができるようにするために、取り付け部材 4 に設けられた係止部 6 a に、係止部 6 a に係合する基材 3 の係合部 6 b を係止させて、基材 3 を取り付け部材 4 に係止するように構成されている。

そして、この第 1 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 10 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 10 においては、光ファイバー芯線 2 を保持する基材 3 を備えているので、光ファイバー計測モジュールの取り扱いに際しては基材 3 を取り扱えばよく、細心の注意を要する光ファイバー芯線 2 を直接取り扱う必要がなくなる。また、基材 3 を構造物 1 に取り付けるための取り付け部材 4 を備えているので、光ファイバー芯線 2 に影響を与えないようにして容易に光ファイバー計測モジュールを構造物 1 に取り付けることができる。

次に、この光ファイバー計測モジュール 10 によれば、取り付け部材 4 と構造物 1 との間に取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けるための取り付け手段 5 が設けられているので、その都度容易に取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができる。

また、基材 3 と取り付け部材 4 との間に基材 3 を取り付け部材 4 に係止するための係止手段 6 が設けられているので、構造物 1 に取り付け部材 4 を取り付けた状態で、基材 3 を順次取り付け部材 4 に係止することにより、容易に光ファイバー計測モジュールを構造物 1 に取り付けることができる。

特に、この光ファイバー計測モジュール 10 によれば、取り付け部材 4 に設けら

れ取り付け部材 4 と構造物 1 とを接合する接着剤もしくは溶接剤からなる接合層 7 を有する取り付け手段 5 により、構造物 1 に取り付け部材 4 を取り付けるので、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで容易に取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができる。

さらに、この光ファイバー計測モジュール 10 によれば、取り付け部材 4 に設けられた係止部 6 a に、基材 3 に設けられた係合部 6 b を係止させるという係止手段 6 により、基材 3 を取り付け部材 4 に係止するので、やはり、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで基材 3 を取り付け部材 4 に取り付けることができる。

次に、図 3 を参照して本発明の第 2 の実施の形態について説明する。図 3 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 20 の構成を示す斜視図である。

同図を参照して、第 2 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 20 においては、上記取り付け手段 5 は、ワンタッチで容易に取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができるようにするために、構造物 1 に設けられ開口部 5 a が底部 5 b よりも幅が狭くなった有底の係止溝 5 c と、取り付け部材 4 に設けられ係止溝 5 c に係合する係合突起 5 d と、弾性部材からなる弾性シート 5 e とを備え、弾性シート 5 e を介して係合突起 5 d を係止溝 5 c に押し込むことにより、取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けるように構成されている。

そして、この第 2 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 20 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 20 は、取り付け部材 4 に設けられた係合突起 5 d を、弾性シート 5 e を介して有底の係止溝 5 c に押し込むという取り付け手段 5 により、構造物 1 に取り付け部材 4 を取り付けることができるので、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで容易に取り付け部材 4 を構造物 1 に取り付けることができる。



また、この光ファイバー計測モジュール20によれば、取り付け部材4に設けられた係止部6aに、基材3に設けられた係合部6bに係止させるという係止手段6により、基材3を取り合い部材4に係止するので、他にビスなどの取り付けのための部品を必要とせず、ワンタッチで基材3を取り合い部材4に取り付けることができる。

ここで、図4は本発明の第2の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールにおける係止手段6の変形例を示す断面図であり、(a)は、係止手段6により基材3を取り合い部材4に取り付けた状態を示している。また、(b)は、基材3を取り合い部材4から取り外す途中の状態を示している。

図4(a)、(b)を参照して、この係止手段6の変形例においては、上記係止手段6は、ジッパー構造を有しており、ワンタッチで基材3を取り合い部材4に取り付けることができるように、取り付け部材4に設けられた係止部6aがフック状に形成され、また、基材3に設けられ取り付け部材4の係止部6aに係合する係合部6bが、このフック状の係止部6aに係合させることができるフック状に形成されている。そしてこの係止手段6の変形例は、ジッパー構造を有することにより、係止手段6の一方の端部から連鎖的に順次係合させることにより基材3を取り合い部材4に着脱自在に係止することができるように構成されている。

この係止手段6の変形例の作用を説明すると、この係止手段6の変形例によれば、取り付け部材4に設けられフック状に形成された係止部6aに、基材3に設けられフック状に形成された係合部6bに係止させるというジッパー構造を有する係止手段6により、係止手段6の一方の端部から連鎖的に順次係止部6aに、係合部6bに係合させて基材3を取り合い部材4に着脱自在に係止するので、基材3を取り合い部材4に取り付ける施工を極めて容易にすることができる。

このようにジッパー構造を有しているので、係止手段6の一方の端部から連鎖的に順次着脱することができる結果、ワンタッチで基材3を取り合い部材4に着脱自

在に係止することができるように構成されている。

次に、図5を参照して本発明の第3の実施の形態について説明する。図5は本発明の第3の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール30の構成を示す説明図であり、(a)は、第3の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール30の構成を示す平面図である。また、(b)は取り付け部材4の側面図である。そして(c)は、基材3を取り付け部材4に取り付けた後の光ファイバー芯線2に働く歪の大きさを示すグラフである。

これらの図を参照して、第3の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール30においては、係止手段6は、取り付け部材4に設けられた係止部6aのピッチS1、S2と、基材3に設けられた係合部6bのピッチS3とを異なる間隔にして、取り付け部材4に係止された基材3に伸びまたは縮みに係る歪を与えることにより、光ファイバー芯線2の初期歪を設定することができるように構成されている。

そして、この第1の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール30の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール30によれば、取り付け部材4に設けられた係止部6aのピッチS1、S2と、基材3に設けられた係合部6bのピッチS3とを異なる間隔にして、取り付け部材4に係止された基材3に伸びまたは縮みに係る歪を与えることができるので、光ファイバー芯線2の初期歪を設定することができる結果、光ファイバー計測モジュール30の計測範囲を適正な状態にすることができる。

次に、図6を参照して本発明の第4の実施の形態について説明する。図6は本発明の第4の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール40の構成を示す斜視図である。

同図を参照して、第4の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール40においては、基材3が、光ファイバー芯線2を2本互いに所定の間隔を隔てて保持することにより、光ファイバー計測モジュールが敷設される構造物1の伸び、曲げ、部

分的側圧の少なくとも一の状態量を相互の光ファイバー芯線 2 の歪の計測値および計測値の増減のパターンから計測するように構成されている。

特に第 4 の実施の形態においては、この基材 3 は構造物 1 の平面的な変形や歪などの状態量の計測を簡単な構造で遠隔の場所から効率良く行うことができるようにするために、帯状に形成され、この基材 3 の長手方向に沿って互いに所定の間隔を隔てるように 2 本の上記光ファイバー芯線 2 を保持するように構成されている。

そして、この第 4 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 40 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 40 においては、基材 3 が光ファイバー芯線 2 d、2 e を 2 本互いに所定の間隔を隔てて保持するので、相互の光ファイバー芯線 2 の歪の計測値および計測値の増減のパターンから光ファイバー計測モジュールが敷設される構造物 1 の伸び、曲げ、部分的側圧の少なくとも一の状態量を計測することが可能になる結果、構造物 1 の変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

特に、この態様によれば、帯状に形成された基材 3 の長手方向に沿って互いに所定の間隔を隔てるように 2 本の光ファイバー芯線 2 d、2 e が保持されているので、簡単な構造で構造物 1 の平面的な変形や歪などの状態量の計測を遠隔の場所から効率良く行うことができる。

次に、図 7 を参照して本発明の第 5 の実施の形態について説明する。図 7 は本発明の第 5 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 50 の構成を示す図であり、(a) は、光ファイバー計測モジュール 50 の斜視図である。また、(b) は、光ファイバー計測モジュール 50 の効果を示す説明図である。

図 7 (a) を参照して、第 5 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 50 においては、基材 3 は、構造物 1 の立体的な変形や歪などの状態量の計測を行うことができるようにするために、帯状の平板部 3 a と平板部 3 a の略中央に略垂直に立設される壁部 3 b とを備え、この平板部 3 a の長手方向に 2 本の上記光ファイ

パー芯線 2 d、2 e を互いに所定間隔を隔てるように保持するとともに、壁部 3 b の長手方向にもう 1 本の上記光ファイバー芯線 2 f を保持するように構成されている。

そして、この第 5 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 50 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 50 によれば、帯状の平板部 3 a の長手方向に 2 本の上記光ファイバー芯線 2 d、2 e が互いに所定間隔を隔てるように保持されるとともに、略垂直に立設される壁部 3 b の長手方向にもう 1 本の光ファイバー芯線 2 f が保持され、光ファイバー芯線 2 が、立体的に配置されているので、構造物 1 の立体的な変形や歪などの状態量の計測を簡単な構造で遠隔の場所から効率良く行うことができる。

特に、図 7 (b) を参照して、この光ファイバー計測モジュール 50 によれば、基材 3 の中心軸に x 軸方向の伸びが作用した場合には、ファイバー芯線 2 d、2 e、2 f の伸び歪がそれぞれ + として観測され、C 部へ z 軸方向の側圧が作用した場合には、ファイバー芯線 2 f の伸び歪のみが + として観測され、z 軸周りに曲げが作用した場合には、ファイバー芯線 2 d の伸び歪が + として観測されるのに対して、ファイバー芯線 2 e の伸び歪が - として観測される。このため、このようなファイバー芯線 2 d、2 e、2 f の歪のパターンを解析することにより、基材 3 の中心軸に伸びが作用したのか、側圧などが作用したのか、曲げが作用したのかというように歪の原因を分析することができる。

次に、図 8 を参照して本発明の第 6 の実施の形態について説明する。図 8 は本発明の第 6 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 60 の構成を示す斜視図である。

同図を参照して、第 6 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 60 においては、基材 3 は、構造物 1 の立体的な変形や歪などの状態量の計測を行うことができるようにするために、管状に形成され、この管状の基材 3 の内壁の長手方向に

3本の上記一光ファイバー芯線2 d、2 e、2 fを互いに所定間隔を隔てるように保持するように構成されている。

そして、この第6の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール60の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール60によれば、管状の基材3の内壁の長手方向に3本の一光ファイバー芯線2 d、2 e、2 fが互いに所定間隔を隔てるように保持され、光ファイバー芯線2が、立体的に配置されているので、構造物1の立体的な変形や歪などの状態量の計測を簡単な構造で遠隔の場所から効率良く行うことができる。

そして、第6の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール60についても第5の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール50と同様に、図7 (b) に示したような、ファイバー芯線2 d、2 e、2 fの歪のパターンを解析することにより、基材3に作用する伸び、側圧、曲げなどの分析をすることができるという効果を有している。

次に、図9を参照して本発明の第7の実施の形態について説明する。図9は本発明の第7の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール70の構成を示す斜視図である。

同図を参照して、第7の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール70においては、管状の基材3の長手方向の変形に対して一光ファイバー芯線2 d、2 e、2 fの芯線方向に働く歪を比較的小さなものにして基材3の変形に対して壊れ難くするために、管状の基材3の内壁に螺旋状に保持されるように構成されている。

また、光ファイバー計測モジュール80においては、基材3は、曲率を有する形状の構造物1など、さまざまな形状の構造物1に適用できるようにするために、保持された一光ファイバー芯線2 d、2 e、2 fを避けるようにして、基材3の可撓性を増加させるスリット8が形成されている。

そして、この第7の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール70の作用を

説明すると、この光ファイバー計測モジュール70によれば、一光ファイバー芯線2d、2e、2fが管状の基材3の内壁に螺旋状に保持されているので、基材3の長手方向の変形に対して一光ファイバー芯線2d、2e、2fの芯線方向に働く歪を比較的小さなものにすることができる結果、基材3の変形に対して壊れ難い光ファイバー計測モジュール70にすることができる。

また、この光ファイバー計測モジュール70によれば、保持された一光ファイバー芯線2d、2e、2fを避けるようにして、基材3の可撓性を増加させるスリット8が基材3に形成されているので、このスリット8が基材3の最大弾性曲げ曲率を規制する結果、光ファイバー芯線2d、2e、2fの光導波路において光漏れを防止することができる安全性の高い光ファイバー計測モジュールにすることができる。

次に、図10、図11を参照して本発明の第8の実施の形態について説明する。図10は本発明の第8の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール80の構成を示す斜視図であり、図11は本発明の第8の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール80の作用を示す断面図である。

図10を参照して、第8の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール80においては、基材3は、構造物1の立体的な変形や歪などの状態量の計測を行うことができるようにするために、帯状の平板部3aと平板部3aの略中央に略垂直に立設される壁部3bとを備え、この平板部3aの長手方向に2本の上記光ファイバー芯線2d、2eを互いに所定間隔を隔てるように保持するとともに、壁部3bの長手方向にもう1本の上記光ファイバー芯線2fを保持するように構成されている。また、基材3の帯状の平板部3aと壁部3bとには、保持された一光ファイバー芯線2d、2e、2fを避けるようにして、基材3の可撓性を増加させるスリット8が形成されている。

ここで、この第8の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール80の作用を

説明すると、図 11 を参照して、この光ファイバー計測モジュール 80 においては、スリット 8 の間隔を  $S_4$ 、幅を  $S_5$ 、高さ  $d$  をとすると、最小曲げ角度は  $S_4/d$  rad、最小円直径は  $2(S_4 + S_5)d/S_4$  となる。このことから、この最小曲げ角度が光ファイバー芯線 2 の許容曲げ角度を越えないように、スリット 8 の諸元を決めることにより、過度の曲げによる光の損失が避けられる。

このように、第 8 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 80 によれば、保持された一光ファイバー芯線 2 d、2 e、2 f を避けるようにして、基材 3 の可撓性を増加させるスリット 8 が基材 3 に形成されており、構造物 1 の過大な変形に対しても一光ファイバー芯線 2 d、2 e、2 f の変形が許容値を越えないようにすることが可能であるので、大きな変形が予想される構造物 1 に対しても適用できる汎用性の高い光ファイバー計測モジュール 80 にすることができる。

次に、図 12 を参照して本発明の第 9 の実施の形態について説明する。図 12 は本発明の第 9 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 90 の構成を示す斜視図である。

図 12 を参照して、第 9 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 90 においては、基材 3 は構造物 1 の変形や歪などの状態量の計測を簡単な構造で遠隔の場所から効率良く行うことができるようにするために、帯状に形成され、この基材 3 の長手方向に沿って 1 本の光ファイバー芯線 2 を保持するように構成されている。また、この基材 3 には、光ファイバー芯線 2 の変形が許容値を越えないように基材 3 の可撓性を増加させるスリット 8 が保持された光ファイバー芯線 2 を避けるようにして形成されている。

そして、この第 9 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 90 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 90 においては、基材 3 の伸びを緩和するスリット 8 が基材 3 に形成されているので、光ファイバー計測モジュール 90 が敷設されている構造物 1 の過大な変形に対しても光ファイバー芯線 2 の変形が

許容値を越えないようにすることが可能である結果、大きな変形が予想される構造物 1 に対しても適用できる汎用性の高い光ファイバー計測モジュール 90 にすることができるようにしている。

さらに、図 13 を参照して本発明の第 10 の実施の形態について説明する。図 13 は本発明の第 10 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 100 の構成を示す斜視図である。

同図を参照して、第 10 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 100 においては、基材 3 は、波状に光ファイバー芯線 2 を保持するとともに、波の山から谷に移行する移行する光ファイバー芯線 2 の接線の延長線上に位置する基材 3 の側端に基材 3 を折り曲げるための切り込み 9 が形成され、基材 3 の折り曲げに際して、この切り込み 9 と光ファイバー芯線 2 に沿って基材 3 を曲げるように構成されている。

そして、この第 10 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 100 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 100 によれば、基材 3 の折り曲げに際して、切り込み 9 によって決まる曲げ位置において、光ファイバー芯線 2 が捻りを受けるだけで光ファイバー芯線 2 に沿って基材 3 を曲げることができるので、光ファイバー計測モジュール 100 を構造物 1 の角部分 11 に設けることが可能である。

次に、図 14 ～図 17 を参照して本発明の第 11 の実施の形態について説明する。図 14 は本発明の第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 110 の構成を示す斜視図であり、図 15 は本発明の第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 110 のユニットの構成を示す斜視図である。また、図 16 は本発明の第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 110 の偏波リング 12 の構成を示す斜視図であり、図 17 は偏波リング 12 の載荷機構 14 の構成を示す側面図であり、(a) は、載荷部材 16 による不連続部 15 の間隔の変更が



ない状態を、また、(b)は、載荷部材16により不連続部15の間隔が変更された状態を示している。

図14と図15とを参照して、第11の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール110においては、規格化された長さを有する上記基材3と、この規格化された基材3の両端に設けられた光ファイバー芯線2の連結部2dとを備え、この光ファイバー芯線2の連結部2d同士を互いに光学的に連結して、基材3同士を順次接続することにより、異なる寸法の構造物1に対して対応可能なように構成されている。

また、第11の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール110においては、光ファイバー芯線2をリング状に形成した偏波リング12を備え、この偏波リング12により、光ファイバー芯線2内を伝播する信号光の偏光状態を校正するように構成されている。

上記偏波リング12は、SM(シングルモード)の光ファイバー芯線2をリング状に巻いたものであり、図16に示すように、偏波リング12の光ファイバー芯線2を保持するリング基材13と、このリング基材13の周方向に歪を加えることが可能な載荷機構14を備え、この載荷機構14でリング基材13の周方向に歪を加えることにより、リング基材13に保持される光ファイバー芯線2に歪を加えて歪の校正をすることを可能なように構成されている。

上記載荷機構14は、図17(a)に示すように、リング基材13に設けられた不連続部15と、不連続部15に面したリング基材13の両端部に当接する載荷部材16と、載荷部材16の略中心に設けられ載荷部材16を回動可能に支持する載荷部材軸17を備え、図17(b)に示すように載荷部材軸17の周りに載荷部材16を回動させることによりリング基材13の不連続部15の間隔を変更してリング基材13の歪を変更するように構成されている。

そして、図14～図17を参照して、この第11の実施の形態に係る光ファイバ

一計測モジュール 110 の作用を説明すると、この光ファイバー計測モジュール 110 によれば、規格化された長さを有する基材 3 と、基材 3 の両端に設けられた光ファイバー芯線 2 の連結部 2d とを備え、この光ファイバー芯線 2 の連結部 2d 同士を互いに光学的に連結して、基材 3 同士を順次接続することにより、異なる寸法の構造物 1 に対して対応可能であるので、より汎用性の高い光ファイバー計測モジュール 110 にすることができる。

また、この第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 110 によれば、光ファイバー芯線 2 をリング状に形成した偏波リング 12 により、光ファイバー芯線 2 内を伝播する信号光の偏光状態を校正することができるので、正確な計測が可能になる。

そして、この第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュールによれば、偏波リング 12 の光ファイバー芯線 2 を保持するリング基材 13 の周方向に歪を加えることが可能な載荷機構 14 でリング基材 13 の周方向に歪を加えることにより、リング基材 13 に保持される光ファイバー芯線 2 に歪を加えて光ファイバー計測モジュールの歪の校正をすることが可能であるので、より正確な計測が可能になる。

また、この第 11 の実施の形態に係る光ファイバー計測モジュール 110 によれば、載荷機構 14 の不連続部 15 に面したリング基材 13 の両端部に当接する載荷部材 16 を載荷部材 16 の略中心に設けられた載荷部材軸 17 の周りに回動させることによりリング基材 13 の不連続部 15 の間隔を変更してリング基材 13 の歪を変更するという簡単な構造で容易に光ファイバー計測モジュールの歪の校正をすることができる。

上述した実施の形態は本発明の好ましい具体例を例示したものに過ぎず、本発明は上述した実施の形態に限定されない。

例えば、光ファイバー芯線 2 は、光ファイバー芯線 2 を保持する基材 3 に対して

必ずしも図示のように直線状、波状あるいは螺旋状に保持される必要はなく、その保持形態は種々の設計変更が可能である。

また、基材 3 も必ずしも図示のように帯状、板状、管状に限定されず、光ファイバー芯線 2 を保持することが可能な形状であれば、種々の設計変更が可能である。

例えば、図 18 は、基材 3 の変形例であり、(a) は、基材 3 の変形例の斜視図である。また、(b) は、基材 3 の変形例の効果を示す光ファイバー芯線 2 の歪のグラフである。

図 18 (a) を参照して、基材 3 は、光ファイバー芯線 2 を中心に保持する二つ割の円柱状部材 3 c、3 d のような形状であってもよい。特に、同図に示した円柱状部材 3 c、3 d は、一方の円柱状部材 3 c に間隔 S 8 で凹凸が設けられるとともに、他方の円柱状部材 3 d に間隔 S 8 と僅かに異なる間隔 S 9 と間隔 S 10 で凹凸が設けられ、両者が係合するとともに、光ファイバー芯線 2 は、一方の円柱状部材 3 c に接着されるように構成されている。これにより、図 18 (b) に示すように、光ファイバー芯線 2 の長手方向にわたって、間隔 S 9 に係合された領域の歪  $\varepsilon 3 = (S 9 - S 8) / S 8$  と間隔 S 10 に係合された領域の歪  $\varepsilon 4 = (S 10 - S 8) / S 8$  との異なる歪を光ファイバー芯線 2 に加えながら光ファイバー芯線 2 を保持することが可能となる。

また、取り付け部材 4 も必ずしも図示のように板状に限定されず、構造物 1 に基材 2 を取り付けることができる形状であれば、種々の設計変更が可能である。

また、取り付け手段 5 も接着剤や溶接剤からなる接合層 7 に限定されないだけでなく、図示のように構造物 1 の有底の係止溝 5 c に、取り付け部材 4 の係合突起 5 d を押し込むように構成されたものにも限定されず、種々の設計変更が可能である。

また、基材 3 の可撓性を増加させるスリット 8 も必ずしも図示の形状に限定されない。保持された光ファイバー芯線 2 を避けるようにして形成され、基材 3 の可撓

性を増加させるものであれば、種々の設計変更が可能である。

また、偏波リング 1 2 の載荷機構 1 4 も必ずしも図示の形状に限定されず、リング基材 1 3 の周方向に歪を加えることにより、リング基材 1 3 に保持される光ファイバー芯線 2 に歪を加えて歪の校正をすることを可能なものであれば、種々の設計変更が可能である。

その他、本発明の特許請求の範囲内で種々の設計変更が可能であることはいうまでもない。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、構造物に対する取り付け取り外しが容易であり、また取り付け取り外しに際して、繊細な取り扱いを要する光ファイバコアを破損することがない光ファイバー計測モジュールを提供することができるという顕著な効果を奏する。

### 請 求 の 範 囲

1. 構造物に敷設され、構造物の歪もしくは温度の少なくとも一方の物理量を計測するための光ファイバー計測モジュールであって、光ファイバコアとクラッドと被覆層とを有する光ファイバー芯線と、この光ファイバー芯線を保持する基材と、この基材を構造物に取り付けるための取り付け部材とを備えたことを特徴とする光ファイバー計測モジュール。
2. 上記取り付け部材と構造物との間に設けられ取り付け部材を構造物に取り付けるための取り付け手段と、上記基材と取り付け部材との間に設けられ基材を取り合い部材に係止するための係止手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載の光ファイバー計測モジュール。
3. 上記取り付け手段は、取り付け部材に設けられ取り付け部材と構造物とを接合する接着剤もしくは溶接剤からなる接合層を有することを特徴とする請求項2に記載の光ファイバー計測モジュール。
4. 上記取り付け手段は、構造物に設けられ開口部が底部よりも幅が狭くなった有底の係止溝に、取り付け部材に設けられ係止溝に係合する係合突起を、弾性部材からなる弾性シートを介して押し込むことにより、構造物に取り合い部材を取り付けるものであることを特徴とする請求項2に記載の光ファイバー計測モジュール。
5. 上記係止手段は、取り付け部材に設けられた係止部に、基材に設けられ取り付け部材の係止部に係合する係合部を係止させることにより、基材を取り合い部材に係止するものであることを特徴とする請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。
6. 上記係止手段は、取り付け部材に設けられた係止部のピッチと、基材に設けられた係合部のピッチとを異なる間隔にして、取り付け部材に係止された基材に伸びまたは縮みに係る歪を与えることにより、計測値の零点を補正するための光ファイバー芯線の初期歪を設定することが可能なものであることを特徴とする請求項5に

記載の光ファイバー計測モジュール。

7. 上記基材は、上記光ファイバー芯線を2本もしくは3本互いに所定の間隔を隔てて保持することにより、相互の光ファイバー芯線の歪の計測値および計測値の増減のパターンから光ファイバー計測モジュールが敷設される構造物の伸び、曲げ、部分的側圧の少なくとも一の状態量を計測することを可能にするものであることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

8. 上記基材は、帯状に形成され、この基材の長手方向に沿って互いに所定の間隔を隔てるように2本の上記光ファイバー芯線を保持するものであることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

9. 上記基材は、帯状の平板部と平板部の略中央に略垂直に立設される壁部とを備え、この平板部の長手方向に2本の上記光ファイバー芯線を互いに所定間隔を隔てるように保持するとともに、壁部の長手方向にもう1本の上記光ファイバー芯線を保持するものであることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

10. 上記基材は、管状に形成され、この管状の基材の内壁の長手方向に3本の上記光ファイバー芯線を互いに所定間隔を隔てるように保持するものであることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

11. 上記光ファイバー芯線は、上記管状の基材の内壁に螺旋状に保持されることを特徴とする請求項10に記載の光ファイバー計測モジュール。

12. 上記基材は、保持された光ファイバー芯線を避けるようにして、基材の可撓性を増加させるスリットが形成されていることにより、取り扱う際に光ファイバー芯線の許容歪を越えないようにして敷設することが可能なものであることを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

1 3. 上記基材は、保持された光ファイバー芯線を避けるようにして、基材の可撓性を増加させるスリットが形成されていることにより、光ファイバー計測モジュールが敷設されている構造物の過大な変形に対しても光ファイバー芯線の変形が許容値を越えないようにすることが可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

1 4. 上記基材は、波状に光ファイバー芯線を保持するとともに、波の山から谷に移行する光ファイバー芯線の接線の延長線上に位置する基材の側端に基材を折り曲げるための切り込みが形成され、基材の折り曲げに際して、この切り込みと光ファイバー芯線に沿って曲げることにより、光ファイバー芯線の捻れのみ発生させて、光ファイバー芯線の曲げに係る許容歪を越えないようにすることが可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 3 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

1 5. 規格化された長さを有する上記基材と、この規格化された基材の両端に設けられた光ファイバー芯線の連結部とを備え、この光ファイバー芯線の連結部同士を互いに光学的に連結して、基材同士を順次接続することにより、異なる寸法の構造物に対して対応可能なものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

1 6. 光ファイバー芯線をリング状に形成した偏波リングを備え、この偏波リングにより、光ファイバー芯線内を伝播する信号光の偏光状態を校正することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の光ファイバー計測モジュール。

1 7. 上記偏波リングの光ファイバー芯線を保持するリング基材と、このリング基材の周方向に歪を加えることが可能な載荷機構を備え、この載荷機構でリング基材の周方向に歪を加えることにより、リング基材に保持される光ファイバー芯線に歪を加えて歪の校正をすることを可能にしたことを特徴とする請求項 1 6 に記載の光ファイバー計測モジュール。

18. 上記載荷機構は、リング基材に設けられた不連続部と、不連続部に面したリング基材の両端部に当接する載荷部材と、載荷部材の略中心に設けられ載荷部材を回動可能に支持する載荷部材軸を備え、載荷部材軸の周りに載荷部材を回動させることによりリング基材の不連続部の間隔を変更してリング基材の歪を変更することを特徴とする請求項17に記載の光ファイバー計測モジュール。



図1

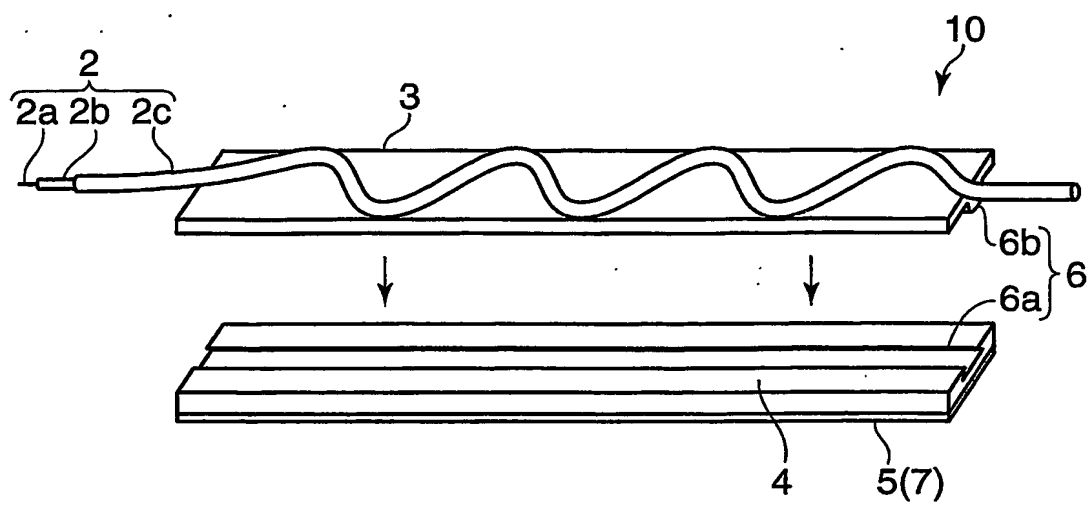


図2

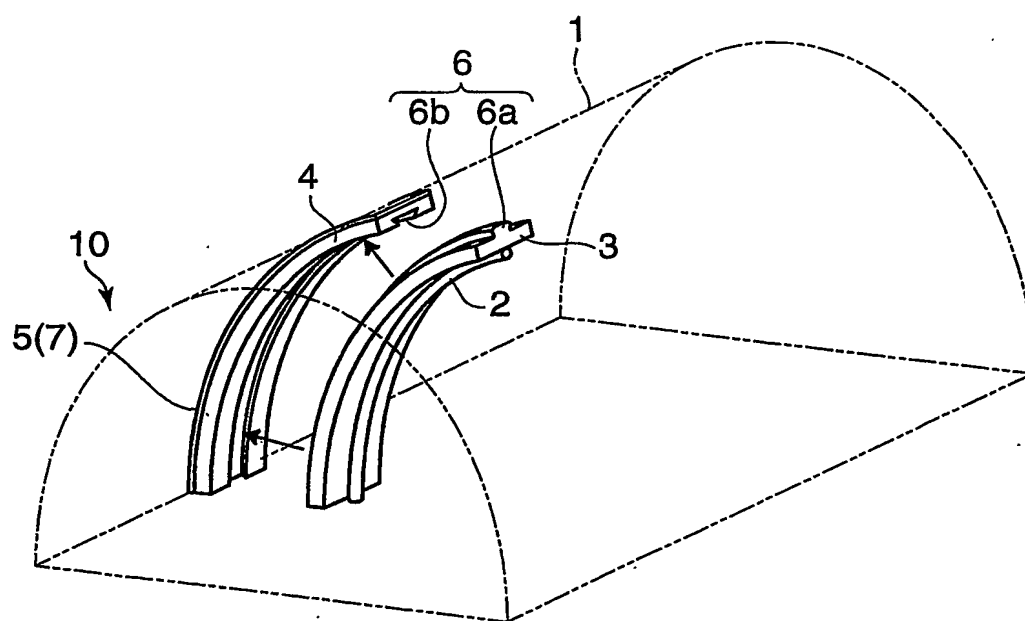


図3

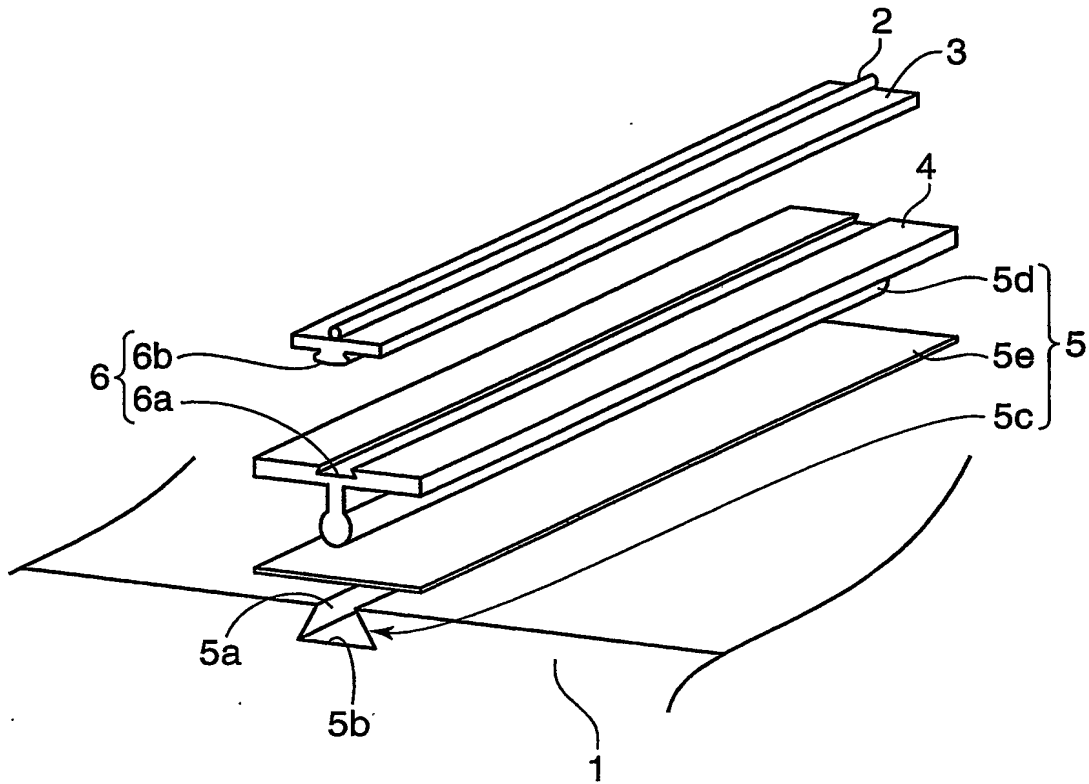
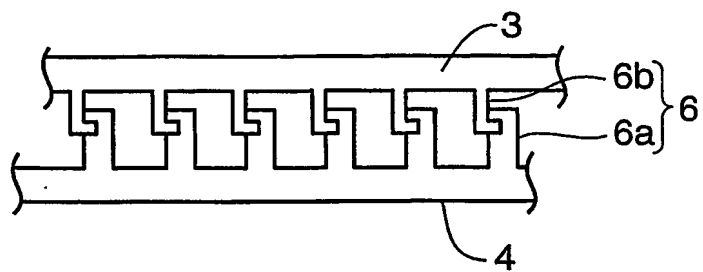


図4

(a)



(b)

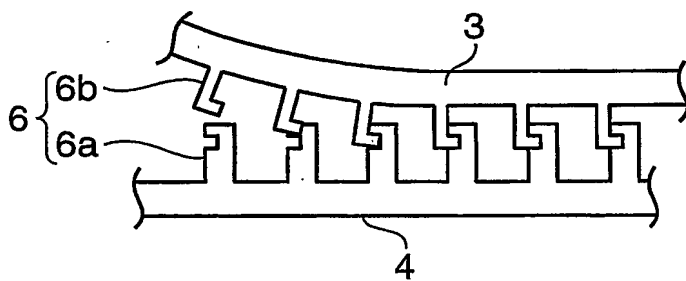


図5

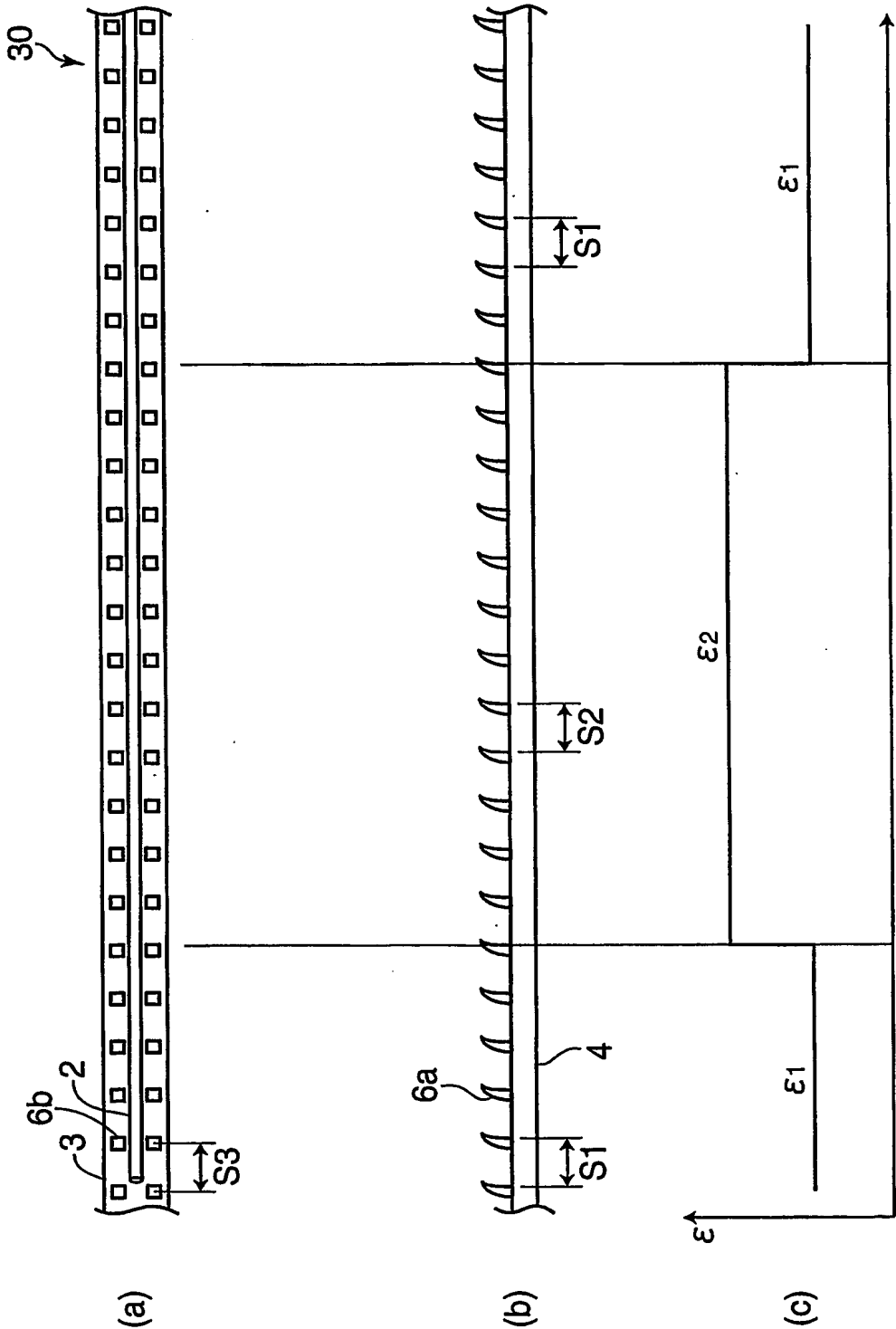


図6

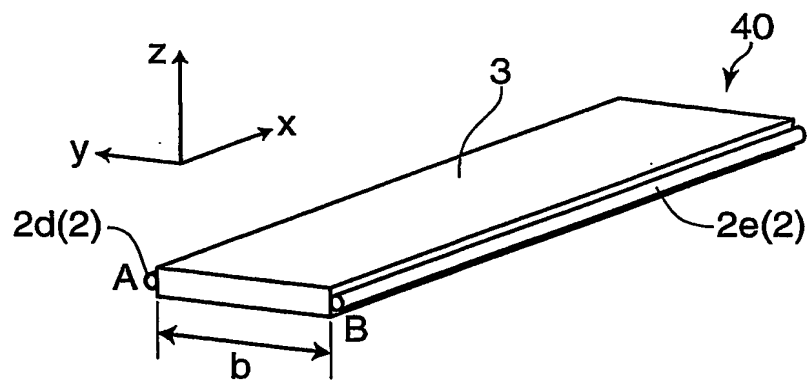
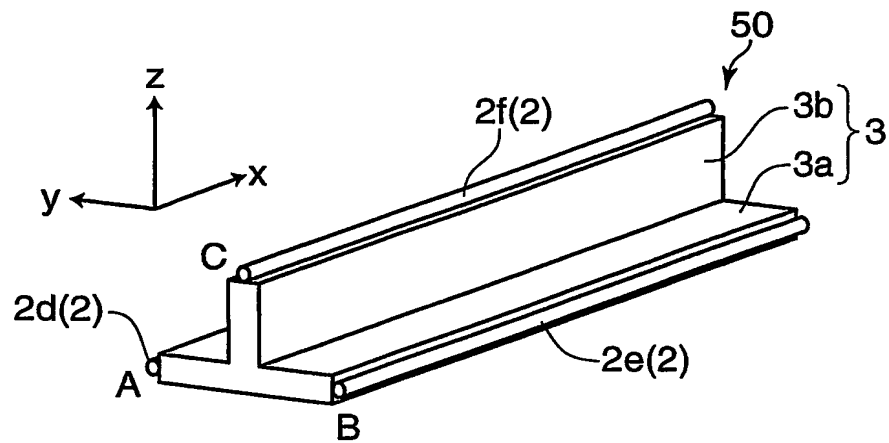


図7

(a)



(b)

	ファイバー芯線の伸び歪		
	2d	2e	2f
x軸方向の伸び	+	+	+
c部にz方向の圧縮(側圧)	0	0	+
z軸周りの曲げ	+	-	0

図8

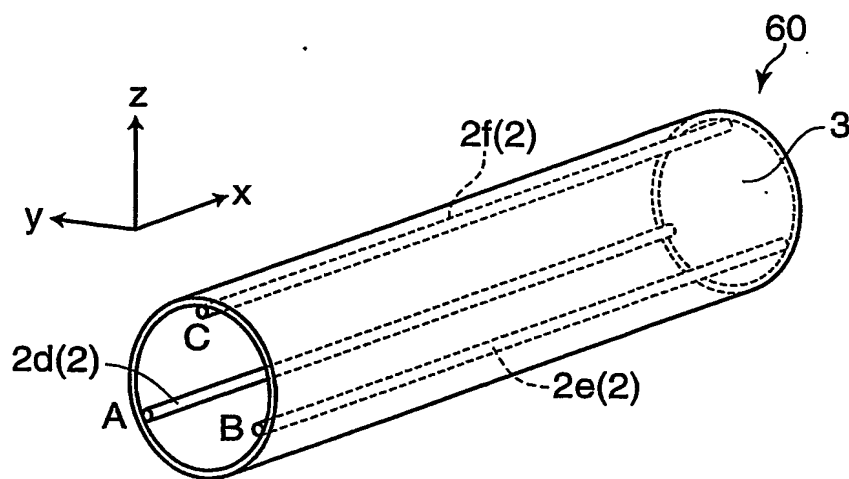


図9

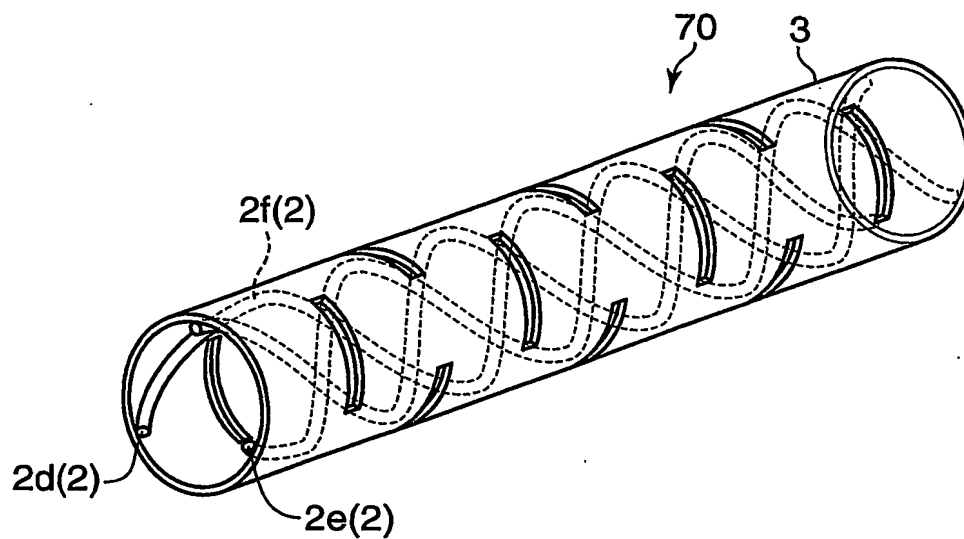


図10

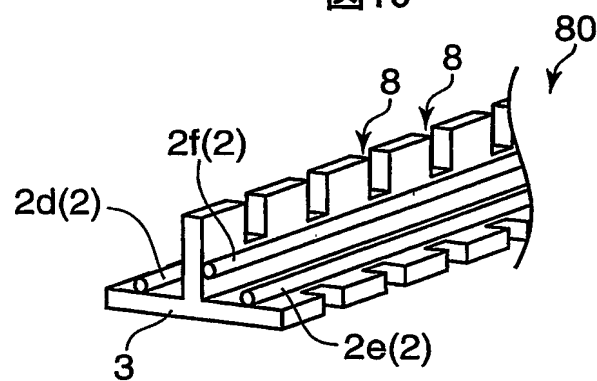


図11

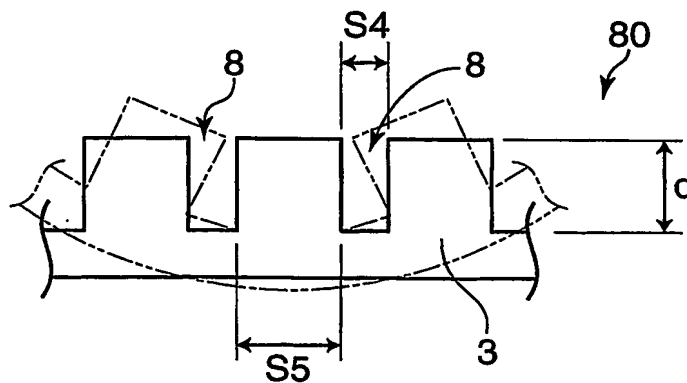




図12

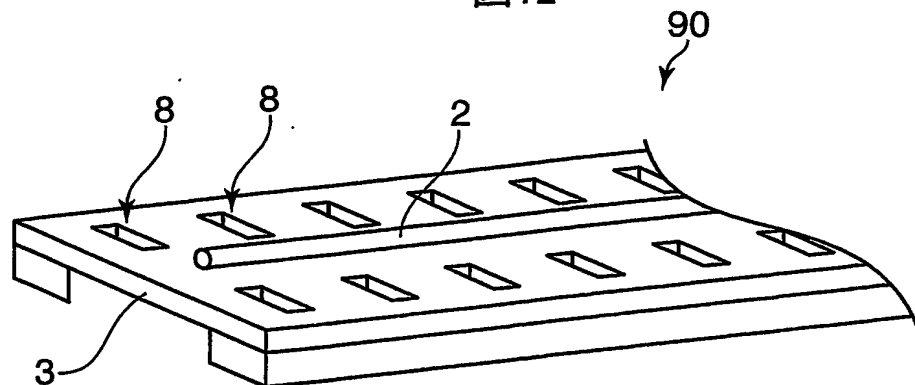


図13

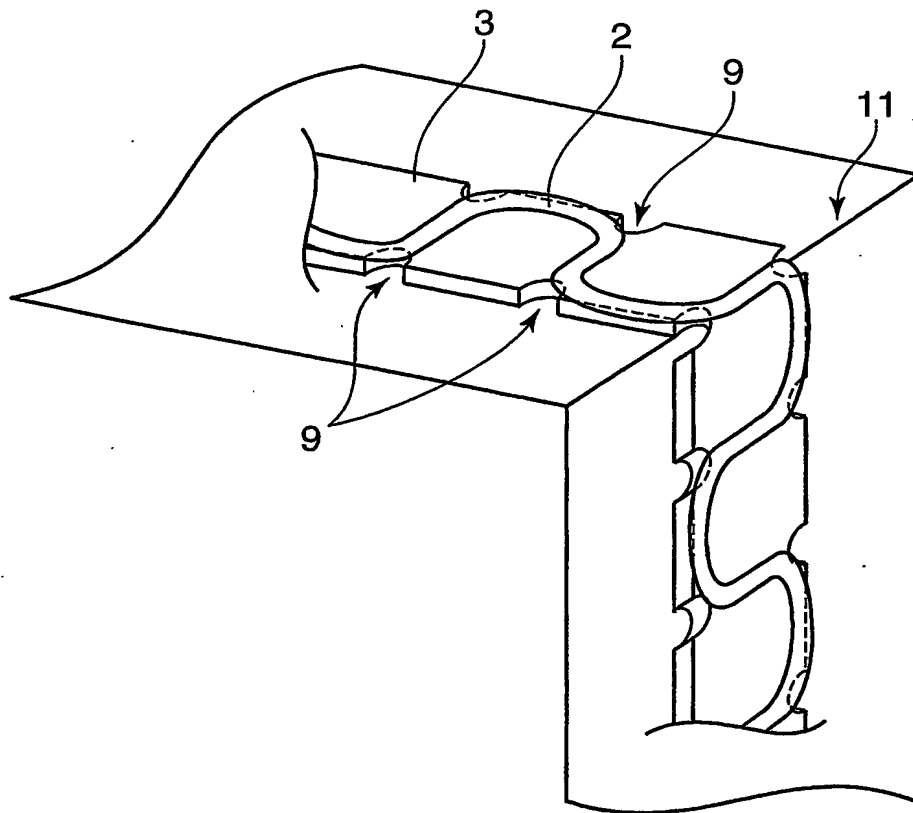


図14

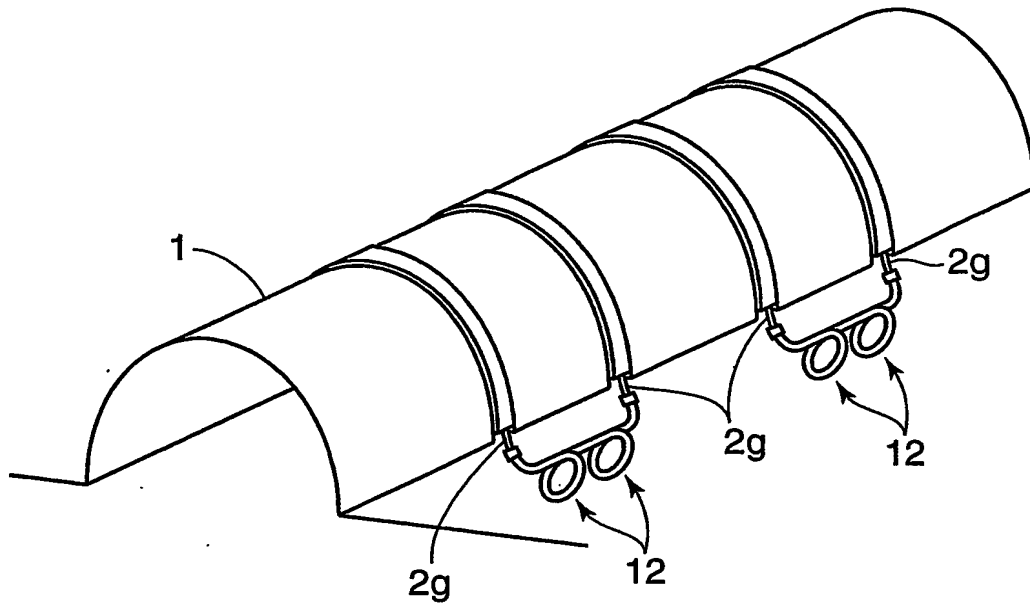


図15

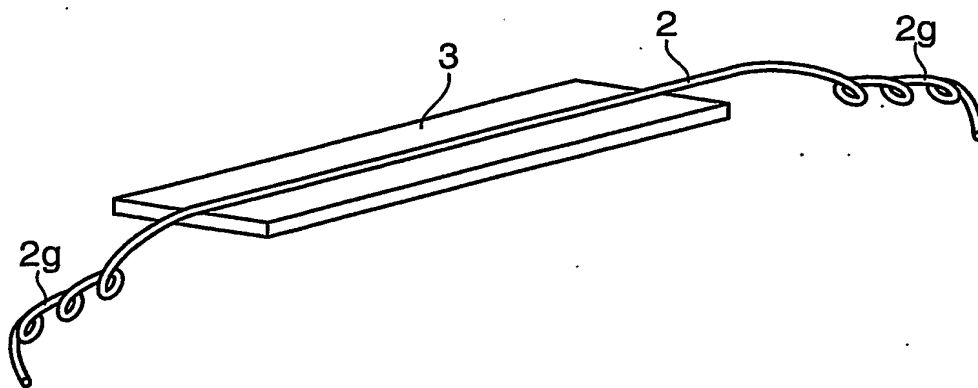


図16

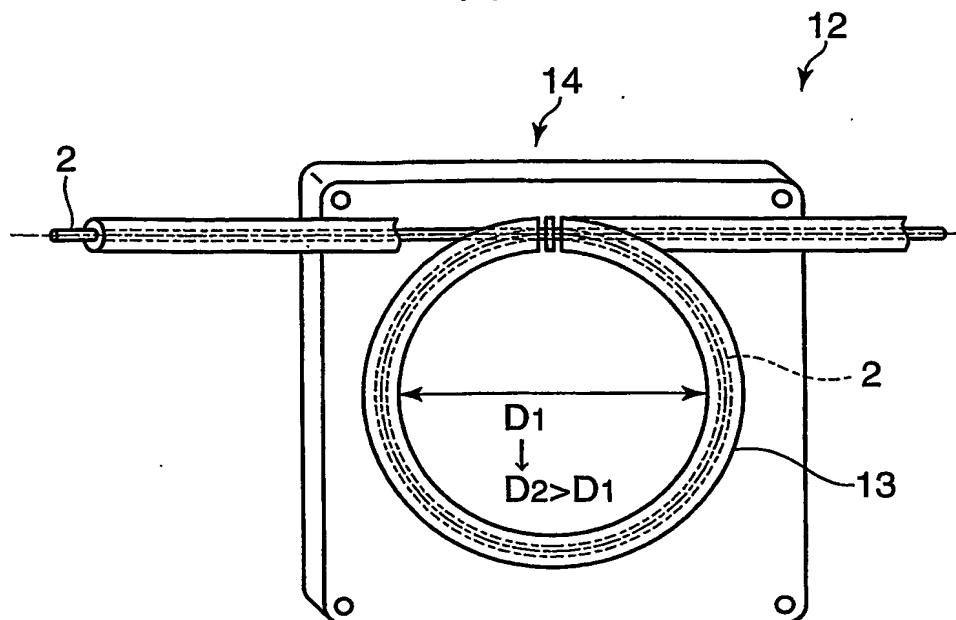


図17

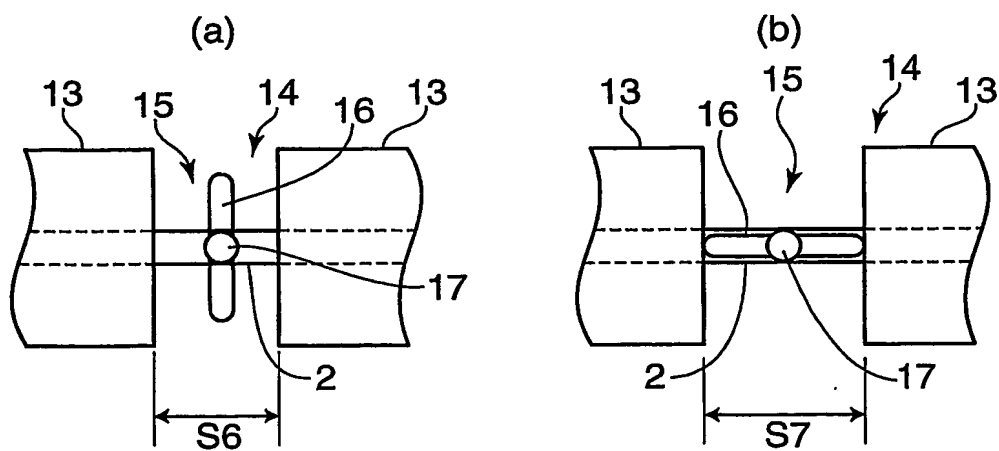
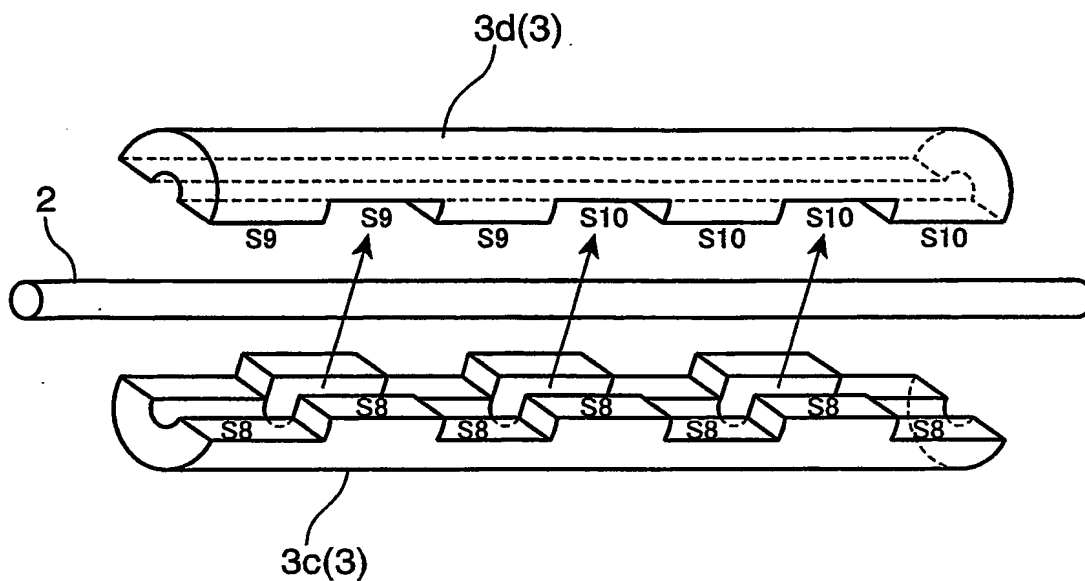
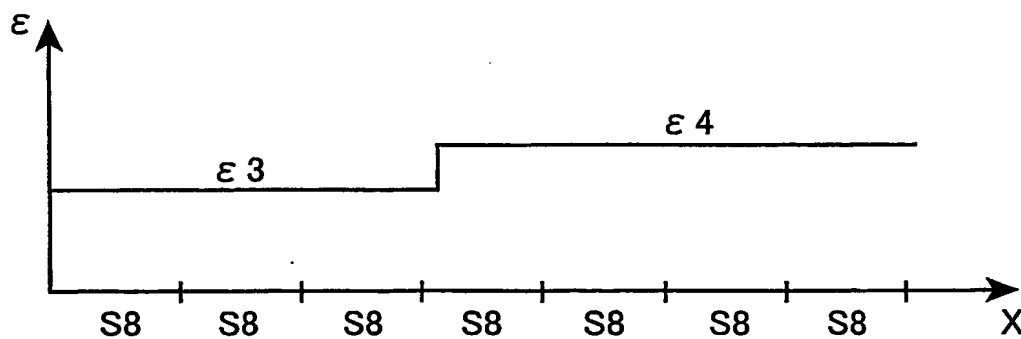


図18

(a)



(b)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12353

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/00-11/30, G02B6/00, H02G1/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT \*

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-48516 A (Fujikura Ltd.), 15 February, 2002 (15.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-18
Y	JP 2002-262422 A (Okayama-Shi, Hakko Sangyo Kabushiki Kaisha), 13 September, 2002 (13.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
03 April, 2003 (03.04.03)

Date of mailing of the international search report  
15 April, 2003 (15.04.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.' G01B11/16

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.' G01B11/00 - 11/30 , G02B6/00 , H02G1/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-48516 A (株式会社フジクラ) 2002.02.15 (ファミリーなし) 全文、全図	1-18
Y	JP 2002-262422 A (岡山市、八晃産業株式会社) 2002.09.13 (ファミリーなし) 全文、全図	1-18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.04.03

国際調査報告の発送日

15.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人

2S

9303

電話番号 03-3581-1101 内線 3216